Aus der Dienststelle des Staatlichen Gewerbearztes in Frankfurt / Oder
Leiter: Regierungs- und Gewerbemedizinalrat Dr. Ernst Holstein

Ueber berufliche Röntgenschädigung bei Aerzten

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung des medizinischen Doktorgrades an der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin

vorgelegt von

Kurt Jahre
aus Berlin

Tag der Promotion: 1. August 1940.

Druck: Karl u. Richard Hoffmann, Charlottenburg, Schillerstr. 44.

M 185

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

Dekan: Prof. Dr. Kreuz

Referent: Prof. Dr. Dr. h. c. Ernst W. Baader

Korreferent: Prof. Dr. Zeiß

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Inhaltsverzeichnis.

I. Einleitung.

II. Entwicklung der medizinischen Röntgenstrahlenanwendung.

III. Die biologische Wirkung der Röntgenstrahlen.

IV. Der klinisch-pathologische Verlauf von Röntgenstrahlenschäden und das Verhältnis zu den bei Aerzten gefundenen Schädigungen.

1. Akute Hautschäden.
2. Die akute Allgemeinschädigung.
3. Die chronische Allgemeinschädigung.
4. Die chronische Gewebsschädigung.
   a. Die Hautschädigung.
   b. Die Blutschädigung.
   c. Schädigung an den Regenerationsorganen.

V. Charakteristik der beruflichen Röntgenschäden bei Aerzten.

VI. Schutzmaßnahmen.

VII. Zusammenfassung.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41550812_0190

Die Tatsache, daß mit der Verordnung vom 12. 5. 25 über melde- und entschädigungspflichtige Berufskrankheiten die Unfallversicherung auch auf Erkrankungen durch Röntgenstrahlen oder andere strahlende Energien ausgedehnt wurde, veranlaßte mich, auf Anregung des Herrn Regierungs- und Gewerbemedizinalrats Dr. Holstein in Frankfurt (Oder) der Frage einer möglichen beruflichen Röntgenschädigungen bei Aerzten einmal nachzugehen. Dabei soll an Hand des Materials über aufgetretene Schädigungen sowie des allgemeinen Entwicklungsganges der Röntgenstrahlenanwendung ein Ablauf der Wechselbeziehungen zwischen den aufgetretenen Schäden, erkannten Ursachen und den Abwendungsversuchen aufgezeigt werden, sowie ein derzeitiger Stand der Schädigungsmöglichkeiten bei beruflicher Röntgentätigkeit schließlich zu erkennen sein.

Der Beginn des zeitlichen Rahmens zu dieser Frage ist mit der bekannten Entdeckung Röntgen's im Jahre 1895 gegeben. Die Fähigkeit der von dem Physiker Röntgen entdeckten Strahlen, feste Körper zu durchdringen, zudem noch unterschiedlich nach Art des Körpermaterials, und weiter die Tatsache der leichten Sichtbarmachung der Strahlen auf fotochemischem Wege ließ sofort die ungeheure Bedeutung dieser Entdeckung zunächst einmal bei der Anwendung in der medizinischen Diagnostik ahnen; hatte man doch plötzlich offenbar die Möglichkeit erhalten, solche bisher dem Auge verborgenen krankhaften Vorgänge oder Veränderungen des Körperinnern mit der weitgehenden Eindeutigkeit und hochentwickelten Fähigkeit des Sehorgans zu erfassen. Dieser Ausblick erweckte sofort ein außerordentlich starkes Interesse und brachte das schlagartige Einsetzen der Beschäftigung mit Röntgenstrahlen durch zahlreiche interessierte Aerzte, wobei anfangs allein richtunggebend die Tatsache der wunderbaren Auswertung der Röntgenstrahlen auf medizinisch-diagnostischem Ge-

biet war. Das machte anscheinend so befangen„ daß man sich über irgendwelche weiteren möglichen Eigenschaften der entdeckten Strahlen wohl erst dann Gedanken machte, als bereits viele Aeußerungen einer schädigenden Eigenschaft durch Umgang mit diesen Strahlen bei den betreffenden Personen aufgetreten waren, trotzdem sich doch innerhalb kurzer Zeit namhafte Vertreter zahlreicher Zweige der Naturwissenschaften und der Technik mit den von Röntgen gefundenen Strahlen beschäftigt hatten. Die Art der Manifestierung der Schädigung, die gewöhnlich erst nach längerer Zeit höhere Grade erreichte, sowie der zweifellos hohe praktische Wert der Strahlenanwendungsmöglichkeit ließ trotz tödlicher Erkrankungen vor einer weiteren Beschäftigung mit diesen Strahlen in keiner Weise zurückschrecken, führte aber dazu, die Ursache für diese schädigende Strahlenwirkung zu suchen und zu erklären.

Dabei erkannte man sehr bald an den Ergebnissen zahlreicher Tierexperimente die eingreifende Wirkungsweise der Röntgenstrahlen auf die lebende Substanz, nämlich die Hemmung der Lebenstätigkeit der Zelle bis zum Zelltod. Desweiteren resultierte aus dieser sofort begeistert aufgenommenen Erkenntnis die umgehende vielfältige Anwendung der Röntgenstrahlen, um eine Reihe von Krankheiten, insbesondere die gewebswuchernden Bildungen erfolgreich angehen zu können. Daß dabei zunächst zu weit gegangen wurde, indem man bald alles durch diese Strahlen heilen wollte, ist eine bei derartigen Entdeckungen übliche Erscheinung und wird hier deshalb erwähnt, weil darin die hohe Zahl von Schädigungen an Patienten in jener Zeit begründet liegt.

Im Verlauf der erkannten Anwendungsmöglichkeit der Strahlen für therapeutische Zwecke wurde bald festgestellt, daß die Auswertung dieser Eigenschaft der Strahlen sehr von ihrer angewandten Menge und Stärke abhängt. Und damit beginnt eine schnelle technische Höherentwicklung der Apparate zur Erzeugung von Röntgenstrahlen mit dem Ziele besserer Leistungsfähigkeit. Mit der steigenden Möglichkeit, stärker wirkende Strahlenqualitäten und -mengen zu erzeugen und anzuwenden, ist ebenfalls eine Ursache für das Anschwellen der Zahl und des Grades der Schädigungen ge-

rade bei therapeutischer Strahlenanwendung gegeben. Dieser Umstand verursachte mit Recht einen Rückschlag im Zutrauen zur Strahlenanwendung seitens der Patienten als auch großer Teile der Aerzteschaft. Da man nun inzwischen aber auch Möglichkeiten durch experimentelles Arbeiten entwickelte, die Strahlenanwendung von unerwünschten Nebenwirkungen einigermaßen wirksam abzuschirmen, und der nützliche Wert der Röntgenstrahlen nicht mehr wegzuleugnen war, wurde die Weiterentwicklung der Beschäftigung mit Röntgenstrahlen nicht wesentlich aufgehalten. Jedoch tieferreichende Kenntnisse über die Wirkung der Strahlen auf die lebende Substanz wurden erst nach und nach gesammelt und noch langsamer allgemein bekannt; und hinsichtlich der Ergreifung von wirksamen Schutzmaßnahmen wurden erst etwa nach Ablauf eines Jahrzehnts seit der Entdeckung der Strahlen energische Warnungen und Forderungen gestellt.

Die wirksame Bekämpfung bzw. Abstellung der Ursachen für das Auftreten von Röntgenschäden bei Bestrahlern wie Bestrahlten erlitt in ihrer günstigen Entwicklung durch den Weltkrieg 1914—1918 eine Unterbrechung. Die rastlose, übermäßige Tätigkeit von Röntgenologen an allen Plätzen sowie der Mangel an eingearbeitetem Personal und die häufig behelfsmäßige Einrichtung von Röntgenanlagen ließ nochmal die Zahl von Röntgenschädigungen anwachsen, diesmal erklärlicherweise wieder besonders zahlreich bei den Untersuchern. In der Zeit nach Kriegsende wurde dann bei nunmehr richtig bewerteter Erkenntnis der Schädigungsmöglichkeit bei Anwendung von Röntgenstrahlen der Strahlenschutz stetig weiter entwickelt. Dies fand auch in Deutschland trotz der leider auch auf diesem Gebiet stark hemmenden Wirtschaftslage eine schnelle Aufwärtsentwicklung. 1928 wurden auf dem zweiten internationnalen Radiologenkongreß in Stockholm die britischen Strahlenschutzvorschriften allgemein angenommen. In Deutschland gelten jetzt die von der Deutschen Röntgengesellschaft aufgestellten, 1933 verbesserten Vorschriften über Hochspannungs- und Strahlenschutz in medizinischen Röntgenanlagen DIN 1 und 2. Mit dem Ausbau des Strahlenschutzes

wurden die lediglich auf das Konto der eigentlichen Strahlenschädigung unter Beachtung der Schutzvorschriften zu setzenden Fälle selten. Der weitaus größere Teil der seit Ende des Weltkrieges bis in die letzte Zeit berichteten Fälle von beruflicher Röntgenschädigung rührt nachweislich als Folge einer chronischen Schädigung aus früherer Zeit her.

Die Beobachtung von Strahlenschäden führte eigentlich erst dazu, die Fragestellung nach dem Wesen der Wirksamkeit der Röntgenstrahlen aufzuwerfen. Und es ist verwunderlich, mit welcher Hartnäckigkeit anfangs alle möglichen anderen Begleitumstände bei den Anwendungsmethoden der Röntgenstrahlen als Ursachen für die aufgetretenen Schäden angeführt wurden, ehe man dazu geneigt war, die Strahlen selbst als das schädigende Agens anzusehen. Einmal wurden die im Röntgenbetrieb auftretenden Gase als Ursache für die Schädigung angeschuldigt. Wintz hat aber nachgewiesen, daß im Röntgenbetrieb nitrose Gase sich nur in sehr geringer Menge entwickeln, während die Bildung von Ozon mengenmäßig immerhin nicht bedeutungslos ist. Nach der bekannten ungünstigen Einwirkung des Ozons auf den menschlichen Organismus ist dessen Gegenwart unbedingt zum Teil für auftretende Allgemeinerscheinungen wie Kopfschmerzen, Müdigkeit, Unlustgefühle verantwortlich zu machen. Damit bleibt aber die Ursache für die typischen Röntgenschäden am lebenden Gewebe noch offen.

Noch größer war die Zahl derjenigen Autoren (u. a. Oudin, Barthélemy, Darier, Balthazar, Scholtz, Jankau), die um die Jahrhundertwende mit Beharrlichkeit als Ursache für die bei der Röntgenbeschäftigung eingetretenen Schädigungen das elektrische Kraftfeld der hochgespannten Ströme angaben, wie sie ja im Röntgenbetrieb tatsächlich vorhanden sind. Teils erklärte man die Röntgenschäden einfach als direkte Folge elektrolytischer Vorgänge, andere ließen die Veränderungen auf „tropho-neurotischem Umwege" entstehen, d. h. sie nahmen als Folge des elektrischen Kraftfeldes nervöse Schädigungen an und leiteten daraus Ernährungsstörungen in den betroffenen Gebieten ab. Doch konnte auch diese Erklärung für das Auftreten der beobachteten Schäden keine dauernde Anerken-

nung finden, weil man die bei der Röntgenstrahlenanwendung entstandenen typischen Schäden bei ausschließlicher Betätigung im elektrischen Kraftfeld hochgespannter Ströme sonst nicht feststellen konnte. So haben Brandt und Lange gelegentlich von Untersuchungen über den „Arbeitnehmerschutz bei Verwendung von Röntgenstrahlen" Hochspannungsarbeiter der elektrischen Gasreinigungsanlage eines großen Hüttenwerkes allgemein untersucht und auch Blutbefunde erhoben. Diese Arbeiter waren während der ganzen Arbeitszeit der Wirkung eines Kraftfeldes ausgesetzt, das durch Betriebsströme von 50 KV hervorgerufen war. Dabei konnten weder allgemeine Krankheitsbefunde noch auf Schädigungen hinweisende Veränderungen des Blutbildes festgestellt werden, die auf eine schädigende Wirkung des elektrischen Kraftfeldes hätten zurückgeführt werden können. Hingegen ließ sich bei Arbeitern in einer Röntgenröhrenfabrik für die objektiv feststellbaren Veränderungen des Blutbildes und einiger geäußerter Allgemeinbeschwerden wie Müdigkeitsgefühl, Nervosität, leichte Reizbarkeit sowie häufige Kopfschmerzen einwandfrei als einzig mögliches schädigendes Agens die Röntgenstrahlung feststellen. Gegen die Deutung der schädigenden Wirkung durch Oudin, Darier u. a. als eine nervös bedingte Ernährungsstörung spricht einmal die jetzt feststehende große Toleranz der enddifferenzierten Nervensubstanz sowie die deutliche Abgrenzung des reagierenden Gewebes nach dem Strahlenfeld und nicht nach nervös- oder gefäßversorgtem Gebiet.

So mußte die Anschauung der ersten Zeit der Röntgenaera sich erst richtiggehend dazu bequemen, die Ursache der Schädigung bei den Röntgenstrahlen selbst zu suchen. Heute ist die biologische Wirksamkeit der Röntgenstrahlen allgemein anerkannt, wenngleich die Wirkungsweise am lebenden Substrat noch unterschiedlich erklärt wird. Daß die Röntgenstrahlen ihren Angriffspunkt an der lebenden Zelle direkt haben, ist heutzutage ebenfalls die allgemeine Ansicht. Die noch ungeklärte Frage, ob nun die Röntgenstrahlen an den morphologischen Zellbestandteilen, wie vornehmlich dem Kern, primär angreifen und über diesen Weg stoffliche Veränderungen hervorrufen, oder ob zu-

nächst durch die Strahlung primäre Veränderungen von Zelleiweißstoffen verursacht werden und dann der weitere Ablauf der biologischen Wirkung an der Zelle und dem Gewebe sowie die Allgemeinerscheinungen am Gesamtorganismus hervorgerufen werden, ist nicht wesentlich gegensätzlich.

Die Frage nach der Richtung der biologischen Wirkung der Röntgenstrahlen auf das Gewebe, ob fördernd oder schädigend, hängt unmittelbar mit der Dosis zusammen: dosis facit venenum. Holzknecht u. a. geben lediglich eine zellschädigende Wirkung der Röntgenstrahlen zu und erklären damit auch eine unter bestimmten Voraussetzungen auftretende gewisse Reizwirkung auf den Organismus als eine Schädigung. Nach Gutzeit haben die Rö.-Strahlen eine direkt lebensfördernde Eigenschaft nach Ansicht der Mehrzahl der Autoren nicht. Derselbe Verfasser gibt jedoch weiter an, daß eine Reihe von Autoren (Omelianski, Gutzeit, Brinkmann und Kötschau, Markovitz) an Einzellern „gelegentlich" eine Zellfunktionssteigerung beobachten konnten, „wenn die verabfolgte Dosis innerhalb gewisser experimentell festgelegter Grenzen gehalten würde". Flaskamp vertritt dagegen klar den Standpunkt, daß eine Beeinflussung der Zellenergie zu erhöhter Funktion lediglich ein dosimetrisches Problem ist. Er erklärt, daß von der Rö.-Strahlenenergie hinsichtlich der Differenzierung in aetiotrope und organotrope sowie der Allgemeinwirkung auf den Organismus als von einem Medikament, nämlich dem Röntgenmedikament, gesprochen werden kann.

Den Ablauf des biologischen Rö.-Strahleneffektes auf das Gewebe hat man an der Haut genauestens verfolgen können. Bei Flaskamp (Röntgenschäden) liegt eine umfassende Darstellung aller einzelnen Phasen des Ablaufes vom Früherythem über das Haupterythem bis zur Pigmentation mit den Intervallen in typischen und atypischen Verlaufsformen als relativ reversible Wirkungen und weiter bis zu den irreversiblen Schäden vor.

Bevor auf die biologische Rö.-Strahlenwirkung bis zur Schädigung näher eingegangen wird, sollen hier zunächst

einige Faktoren aufgeführt werden, welche die biologische Strahlenwirkung betreffen. Da ist die Frage aufzuwerfen, ob ebenso, wie bei wiederholter Bestrahlung pathologischen Gewebes zu beobachten war, auch bei gesundem Gewebe ein Nachlassen des Einwirkungsgrades, somit eine Resistenzsteigerung, auch des gesunden Gewebes festzustellen ist. Gutzeit sagt dazu: „eine echte Toleranzsteigerung normalen Gewebes im Sinne einer Strahlengewöhnung ist bisher nicht beobachtet worden". Es steht vielmehr fest, daß ein Ueberschreiten der für ein Gewebe festliegenden Toleranzdosis, d. h. hier der Strahlenmenge, die gerade noch eine vollkommen reversible Wirkung ausübt, einen locus minoris resistentiae schafft, der dann statt einer Gewöhnung das Gegenteil, eine Empfindlichkeitssteigerung aufweist. Diese Toleranzminderung gegen Strahlen kann im Gewebe auch durch andere Ursachen hervorgerufen werden. Jeder entzündliche Zustand, mechanische Verletzungen, chemische und physikalische Einwirkungen führen zu solchen Veränderungen, die als Kombinationsschäden zu bezeichnen sind; das sind Schäden, bei denen neben der Strahleneinwirkung noch andere Faktoren für die Entstehung verantwortlich sind. Die Toleranzdosis ist nun bei den einzelnen Gewebearten und Organen sehr unterschiedlich. Sogar an manchen einheitlichen Geweben können regionäre Strahlenempfindlichkeitsunterschiede nachgewerden, wie z. B. ganz deutlich an den verschiedenen Hautpartien. Ebenso ist damit zu rechnen, daß auch die einzelnen Menschen als Gesamtorganismen nicht gleichmäßig strahlenempfindlich sind. So hält v. Jacksch blonde Menschen für besonders strahlenempfindlich.

Zur biologischen Röntgenstrahlenwirkung ist nun noch der Begriff der Idiosynkrasie in Beziehung zu setzen. Wenn man sich auf den Standpunkt gestellt hat, die Rö.-Strahlen in der Wirkung als Medikament aufzufassen, wäre es unbegründet, ja gewaltsam, eine Idiosynkrasie gegen dieses Medikament von vornherein in Abrede stellen zu wollen, besonders wo von Holzknecht, Kienböck, Strauß und Gutzeit Fälle von Exanthemen und plötzlichen starken Beeinflussungen des Allgemeinbefindens beschrieben wurden, die sich zwanglos als idiosynkrasische

Antwort des Organismus auf das angewandte Medikament, die Rö.-Strahlung, erklären lassen.

Neben diesen den bestrahlten Geweben bzw. Organismen gehörigen Komponenten, die den biologischen Effekt der Rö.-Strahlen abwandeln, sind noch physikalische Momente anzuführen,, die ebenfalls die biologische Strahlenwirkung bestimmen. Und zwar sind dies die Strahlendosis, -intensität und -qualität, die am Gewebe zur Wirkung kommen. Die Abhängigkeit der Strahlenwirkung von ihrer Menge und angewandten Stärke ist eindeutig. Die Bedeutung der Strahlenqualität hat sich empirisch ergeben: „Es besteht ein grundsätzlicher Unterschied zwischen der Weichstrahlschädigung und der Hartstrahlschädigung" (Flaskamp). Die ungefilterten Rö.-Strahlen stellen ja ein Gemisch verschiedenartiger Strahlenarten dar, wobei durch entsprechende Filtrierung eine annähernde Einheitlichkeit in der Strahlenqualität hervorgerufen werden kann. Die Wirkung der weichen Strahlen beginnt oberflächlicher, während die harten Strahlen eine größere Tiefenwirkung haben und dabei eine Störung der Blut- und Lymphversorgung verursachen. Daraus entspringt die Neigung bei Schädigungen durch harte Strahlen, daß der Heilungsverlauf sich verlangsamt.

Hinsichtlich des gestellten Themas interessiert nur mehr der biologische Effekt der Rö.-Strahlen von da ab, wo es bis zu einer schädigenden Wirkung kommt, also von pathologischen Veränderungen am bestrahlten Gewebe gesprochen werden kann. Deshalb soll im Folgenden mehr auf die klassische Darstellung der Klinik und Pathologie der Rö.-Schäden an der Haut eingegangen werden, wie sie Kienböck gegeben hat. Bei Flaskamp finden wir zwar eine wesentlich umfassendere Darstellung aller Einzelphasen des Ablaufes der Strahlenwirkung am Gewebe. Er steht zu Kienböck nicht im Gegensatz.

Die bei gegebenen Vorbedingungen entstehenden Rö.-Strahlenschädigungen können als akute Erscheinungen oder auch als chronische Schäden auftreten. Akute Schäden sind an eine kurze Zeit der Einwirkung des schädigenden Agens sowie an entsprechend plötzliches Auftreten gebunden, d. h. es muß eine einmalige Ueberdosierung oder

übermäßige Strahleneinwirkung in kürzerem Zeitabschnitt vorliegen. Diese Voraussetzungen sind für den beruflichen Bestrahler in der Regel nicht gegeben, sondern entsprechen mehr einem „Unfall", der nun für den Beruf des Röntgenologen als solchen nicht unbedingt charakteristisch ist. Schädigungen akuter Art sind nun aber auch bei Röntgenologen in zahlreichen Fällen beschrieben. Bei Durchsicht dieser Fälle ergibt sich, daß diese akuten Schädigungen sich zumeist in einer Zeit ereigneten, als man bei der Rö.-Strahlenanwendung noch mehr von einer Forschertätigkeit als von einem Beruf sprechen konnte. Damals passierte es, daß Röntgenologen gelegentlich von Demonstrationen zur Anwendung der entdeckten Strahlen z. B. ihre eigenen Hände den Rö.-Strahlen derartig lange Zeit aussetzen, daß es im Anschluß daran zur akuten lokalen Schädigung kommen konnte. Sonst ist aber die chronische Strahleneinwirkung das Hauptgebiet der beruflichen Schädigung. Das Gewebe des menschlichen Körpers, auf welche die Rö.-Strahlen als erstes treffen, und welches für die darunter gelegenen Organe gleichsam einen Teil der Strahlung bereits abfängt, ist die Haut. Es ist verständlich und erfahrungsgemäß zutreffend, daß sich die meisten Schäden an der der Haut gezeigt haben. Kienböck hat die pathologischen Veränderungen an der Haut bei akuten Strahlenschäden wie folgt dargelegt.

Danach sind je nach der Stärke der Einwirkung folgende Reaktionsgrade an der Haut festzustellen:

1. Die Radiodermatitis*) hyperaemica s. erythematosa
2. Zweiter Grad: Radiodermatitis bullosa
3. Radiodermatitis ulcerosa necroticans.

Neben der Strahlenmenge, welche für den erreichten Grad der Hautschädigung hauptsächlich maßgebend ist, spielt die Intensität für den klinischen Ablauf der Reaktionsphasen eine wichtige Rolle. Je geringer die Intensität,

*) Auf dem Röntgenkongreß in London 1925 wurde allgemeingültig festgelegt, nicht mehr von X-Strahlen und X-Dermatitis oder Radiodermatitis zu sprechen, sondern dafür den Begriff Röntgenstrahlen, Rö.-Dermatitis usw. zu setzen.

desto weniger hochgradige Reaktion und desto langsamer der klinische Verlauf mit längeren Latenzphasen.

Der klinische Verlauf bei einer Hautveränderung ersten Grades, der Radiodermatitis erythematosa ist von Kienböck etwa folgendermaßen dargestellt: Nach einer 12—16 tägigen Latenz seit der Strahleneinwirkung tritt auf dem bestrahlten Hautbezirk eine zunehmende Rötung ein. Danach kommt es unter langsamer Braunfärbung der geröteten Partien zu einem reversiblen Haarausfall. Nach mehreren Wochen besteht vollständige Pigmentation der Haut mit leichter Schuppung; die Haare wachsen langsam wieder nach. Die Braunfärbung der Haut kann sehr lange bestehen und blaßt sehr langsam ab. Häufig ist noch nach Jahren der bestrahlte Hautbezirk an einer leichten bräunlichen Verfärbung erkennbar. Damit ist der ursprüngliche Zustand der Haut praktisch wieder erreicht; bleibend ist allerdings eine gewisse gesteigerte Empfindlichkeit dieser Hautstellen gegen jegliche Reize. Der ehedem bestrahlte Hautbereich stellt sozusagen bereits einen locus minoris resistentiae dar.

Hat eine größere Strahlenmenge eingewirkt, so wird die Hautrötung des ersten Grades der Schädigung schon nach kürzester Latenzzeit sichtbar. Die Hautrötung wird bei gleichzeitiger follicülärer Schwellung hochgradiger und ist von einem Juckreiz bis zur Schmerzhaftigkeit begleitet. Nach einigen Tagen des Bestehens dieses Stadiums heben sich die oberen Hautschichten in großen Blasen mit serösem Inhalt ab. Damit ist der 2. Grad der Hautschädigung, die Radiodermatitis bullosa, erreicht. Die Heilung tritt erst nach Wochen ein. Es verbleiben an den befallenen Hautpartien Atrophien, Teleangiektasien und Pigmentanomalien.

Bei noch stärkerer Strahleneinwirkung wird auch das eben beschriebene Stadium schneller durchlaufen, und es treten bald auf dem Blasengrund Ulcerationen mit nekrotischen Gewebsteilen und torpidem Aussehen sowie entsprechendem Heilungsverlauf auf. Sehr erhebliche Schmerzhaftigkeit ist neben der schlechten Heilungstendenz ein weiteres typisches Kennzeichen für diese Schädigung. Die Heilung kann sich unter Schwankungen bis zu mehreren

Jahren hinziehen. Es resultiert daraus eine zigarettenpapierartige, atrophische Hautnarbe mit Teleangiektasien und Pigmentanomalien. Die Haut ist im Narbenbezirk trocken, rissig und haarlos, da alle Hautanhangsgebilde zerstört sind. Sie stellt so einen ausgesprochen locus minoris resistentiae dar und ist gegen geringste Reize aller Art überempfindlich.

Nach Flaskamp sollen diese Ulcerationen infolge einmaliger Ueberdosierung bzw. nach Ueberdosierung in kurzer Zeitfolge, was dem praktisch gleich kommt, nicht zum Carcinom übergehen.

Wie oben bereits gesagt, kommen diese akuten lokalen Schädigungen für den Röntgenologen praktisch nicht in Frage; es sind dies die typischen Schädigungen, die früher so oft bei Patienten beobachtet wurden.

Nicht viel anders ist es mit der akuten Allgemeinschädigung. Diese kann während oder kurze Zeit nach der meist therapeutischen Strahlenanwendung auftreten und ist bekannt als Röntgenkater mit dem Gefühl der Abgeschlagenheit, Kopfschmerzen, mit Uebelkeit bis zum Erbrechen. Es ist einleuchtend, daß solche ausgeprägten Zustände als akute Erscheinungen unmittelbar im Anschluß an die Strahlenanwendung die Fortführung einer solchen beruflichen Tätigkeit von selbst abstellen würden, daß es überhaupt zur Ausübung eines solchen Berufes unter diesen Umständen erst gar nicht kommen würde. Somit entfällt eine solche Erscheinung als berufliche Schädigung.

Dagegen spielt die Allgemeinschädigung, bei der sich Zustände wie Müdigkeit, verminderte Arbeitskraft, Kopfschmerzen und sonstige Herabsetzung des Allgemeinbefindens, die sich nach langdauernder Röntgentätigkeit schleichend einstellen, für den Röntgenologen eine große Rolle. Ueber die Frage der chronischen Allgemeinschädigung bei langjährig beruflich tätigen Röntgenologen gibt der von Alban Köhler auf dem 4. internationalen Radiologenkongreß 1934 gehaltenen Vortrag „Die subjektiven Allgemeinbeschwerden der Röntgenologen, die mindestens 25 Jahre den Röntgenstrahlen ausgesetzt waren" Aufklärung. Die Unterlagen dazu verschaffte sich Köhler, indem er die Frage nach den subjektiven Allgemeinbe-

schwerden an 160 bekannte langjährig tätige Röntgenologen schriftlich stellte. Antworten erhielt er von 84 Kollegen, von denen 44 sofort angaben, z. Zt. keine Beschwerden zu haben. Im Gegenteil es wurde von mehreren sogar betont, daß sie sich gesundheitlich vorzüglich fühlten. Dazu ist festzustellen, daß die auffallende Tatsache der Beschwerdelosigkeit und im Gegenteil des ausgesprochenen Wohlbefindens gerade bei einer großen Anzahl der älteren Röntgenologen wohl darauf zurückzuführen ist, daß diese die technischen Röntgenarbeiten mehr minder nur noch durch Assistenten ausführen lassen. Daraus erhellt aber, daß gerade bei der chronischen Allgemeinschädigung offenbar eine Neigung zum Zurückgehen und Abklingen der Erscheinungen besteht; was bei den chronischen lokalen Gewebsschädigungen sich mehr gegensätzlich verhält.

Jedenfalls klagten 40 der Kollegen über Allgemeinbeschwerden, die mit ihrer langjährigen Röntgentätigkeit in Zusammenhang zu bringen sind. In seiner Zusammenfassung stellt Köhler dann die angegebenen subjektiven Allgemeinbeschwerden kritisch zusammen. Von den 40 Kollegen äußerten immerhin 28 die folgenden Beschwerden: Müdigkeit, leichte Ermüdung, Ruhebedürfnis, dabei aber unbefriedigender Schlaf trotz gesteigerten Schlafbedürfnisses, ja sogar Schlaflosigkeit; weiter Apathie, Entkräftung, Schwindel. 8 von den 40 klagten über Kopfschmerzen, leichte Reizbarkeit und Nervosität. Ferner gab eine ganze Reihe von den Befragten bei angestrengter röntgenologischer Tätigkeit Magen- und Darmbeschwerden an. Es waren dies 8 Kollegen, also immerhin 10 % von denen, die auf die Frage nach subjektiven Allgemeinbeschwerden geantwortet hatten. Sie klagten über Appetitverminderung, Appetitlosigkeit, Uebelkeit, Abmagerung, intestinale Krisen, Colitis, Durchfälle und Dickdarmspasmen. Köhler deutet diese Tatsache dahingehend, daß es sich bei diesen Kollegen um Menschen mit konstitutionell schwachen Magen-Darmsystem handelt; die verhältnismäßige Empfindlichkeit des Magen-Darmepithels ist schon seit langem bekannt. Bei einigen je nur einmal vorgetragenen Beschwerden wie lästiges Jucken in den Gehörgängen, Gefühl wie das eines Brettes vor dem Kopf, Druck vor und in den Augen, Herz-

beschwerden, Mangel an Energie, Gefühl als ob die Hände in einem Schraubstock eingeklemmt seien, Anschwellen der Halsdrüsen, Menière ähnliche Schwindelanfälle, Brennen im Gesicht, ist wohl so zu urteilen: bei dem Verhältnis von 1 : 80 ist ein Zusammenhang der Klagen mit der chronischen Röntgenstrahleneinwirkung höchstens in dem Sinne zu erklären, daß hier zufällig ein äußerst labiles Organsystem getroffen wurde, oder vielleicht eine Kombinationsschädigung vorlag, oder schließlich diese Klagen mit der Röntgentätigkeit gar nichts zu tun haben. Zuletzt geht Köhler noch auf die sonderbaren Beschwerden ein, die von 3 älteren Röntgenologen ziemlich übereinstimmend geäußert wurden. Da wurde geklagt über zunehmende Gedächtnisschwäche besonders in laufenden Dingen des täglichen Lebens, das augenblickliche Vergessen von dem, was man zu tun kurz zuvor beschlossen hatte, kein Gedächtnis für Personen, Namen, Literaturangaben usw., Einschlafen am Anfang beim Hören interessanten Vorträgen, nach kurzer Zeit aber keine Mühe mehr, wach zu bleiben, und Aehnliches. Köhler weist auf die Möglichkeiten innersekretorischer Störungen oder arteriosklerotischer Veränderungen oder frühzeitigen Gealtertseins als Ursachen für diese Symptome hin, hält jedoch auch eine diesbezügliche chronische Röntgenstrahlenwirkung nicht für ausgeschlossen.

Auf dem Fragebogen war auch um die Angabe der Blutbefunde gebeten worden. Die summarische Zusammenstellung der 42 mitgeteilten Blutbefunde läßt grobe pathologische Ausschläge im Blutbild in einem Beachtung fordernden Prozentsatz nicht erkennen.

Köhler schließt seine Ausführungen wie folgt: „Das Gesamtergebnis meiner Nachforschungen nach subjektiven Allgemeinbeschwerden ist gering, jedenfalls geringer, als ich erwartet hatte. Aber das ist das Gute und das Tröstliche für die Beteiligten. Ich fasse zusammen: Subjektive Allgemeinbeschwerden sind nur in einem Teil der Fälle vorhanden; bei 40 von 84 Kollegen, die geantwortet haben, und von 160, an die der Fragebogen ergangen ist. Man kann wohl annehmen, daß der allergrößte Prozentsatz derer, die nicht antworteten, auch keine Allgemeinbeschwer-

den hat, so daß sich also 25 % mit subjektiven Allgemeinbeschwerden ergeben würden.

Ferner: Subjektive Allgemeinbeschwerden, selbst solche höheren Grades, pflegen nicht dauernd zu bleiben und sich nicht nach Aufhören der Röntgentätigkeit zu verschlimmern im Gegensatz zu den lokalen Schädigungen. Vielmehr pflegen sie mit Aufhören oder erheblicher Einschränkung der Röntgentätigkeit sich wieder zu mildern oder oft völlig zu verschwinden".

Betreffs der Ursache für die gesamten Erscheinungen der Röntgenstrahlenwirkung am Organismus hat man heute insoweit eine einheitliche Auffassung, daß sie als Intoxikationserscheinungen infolge einer Ueberschwemmung des Organismus durch Abbauprodukte bestrahlter Stellen aufgefaßt werden (Grashey). Der Angriffspunkt für die Röntgenstrahlen ist selbstverständlich wieder nur die Zelle selbst. Die Frage der primären Veränderung, ob am Zellkern oder Zelleiweiß, wurde schon gestreift.

Die sich auswirkende Angriffsrichtung der freigewordenen „Abbauprodukte" wird nach Meyer und Holthusen in vier Komponenten zerlegt:

1. Veränderung der innersekretorischen Drüsen,
2. Humorale Veränderungen im Blute,
3. Direkte Wirkungen auf das autonome Nervensystem
4. Mittelbare Wirkung von Eiweißabbauprodukten.

Soweit besteht heute im wesentlichen Uebereinstimmung. Noch nicht einheitlich abgegrenzt und bezeichnet sind bisher die einzelnen Phasen des klinischen Ablaufes der Allgemeinschädigung durch Strahleneinwirkung. Dabei bietet für die Allgemeinschädigung allein die Verschiedenheit im klinischen Ablauf einen Anhalt für die Unterscheidung der einzelnen Schädigungsstadien. Gleichlaufend zur Einteilung der lokalen Schäden läßt sich bei den Allgemeinschädigungen durch Rö.-Strahleneinwirkung feststellen:

1. die akute Allgemeinschädigung
2. die chronische Allgemeinschädigung.

Es sind immer die gleichen bereits erwähnten Faktoren, welche den Grad des Strahleneffektes bestimmen. Bei der Allgemeinschädigung wird die Wirkung der Dosis allerdings entscheidend abgewandelt durch das Gewebs- oder

Körpervolumen, welches von den Strahlen getroffen wird. Man spricht daher von einer Volumendosis (Wintz) oder Raumdosis (Jüngling).

Bei einmaliger bzw. in kürzerem Zeitabschnitt erfolgter überdosierter Bestrahlung eines ausreichend großen Körpervolumens kann sich eine Allgemeinschädigung einstellen, und zwar zeigt sich bei mäßiger Schädigung wie oben erwähnt:

1a) das Stadium der reversiblen akuten Allgemeinschädigung, weiter oben bereits als Röntgenkater beschrieben.

Bei stärkerer Schädigung

b) das Stadium der Röntgenkachexie, d. i. Schädigung des von der Strahlenwirkung getroffenen Organismus bis zum Untergang (vergleichbar dem Gewebsuntergang beim Röntgenulcus, der akuten lokalen Strahlenschädigung erheblichen Grades). Diese schwere akute Allgemeinschädigung konnte tierexperimentell erzeugt werden; sonst ist sie als reine Schädigung in der menschlichen Röntgenstrahlenanwendung praktisch ausgeschlossen. Als Kombinationsschaden allerdings wurde sie bei stark reduzierten Karzinomkranken nach Bestrahlung beobachtet.

Die chronische Allgemeinschädigung zeigt sich im leichteren Grade als

2a) das Stadium der chronischen subjektiven Allgemeinbeschwerden, wie sie sich beim Röntgenkater zeigen, nur daß die Erscheinungen wesentlich langsamer ansteigen und längst nicht das Ausmaß wie beim Röntgenkater erreichen und dann während der Zeit der weiteren chronischen Strahleneinwirkung auf einer Höhe verlaufen, sich bei Fernhaltung des schädlichen Agens langsam zurückbilden können. Eine restitutio ad integrum ist dabei mit Sicherheit nicht nachzuweisen, weil in den beobachteten Fällen das Gesamtbild durch Altersveränderungen überlagert war (s. Köhler).

Den stärkeren Grad der chronischen Allgemeinschädigung stellt

b) das Stadium der irreparablen Blutschädigung als indirekte Folge schwerer chronischer Röntgenstrahlenwirkung dar. Dieses klinische Bild läßt sich mit dem Röntgenkarzinom der Haut vergleichen. Das Röntgenkarzinom ist keine unbedingte Folge einer chronischen Röntgenschädigung, sondern zu seiner Entstehung bedarf es noch weiterer Faktoren. Auch eine irreparable Blutschädigung tritt mit größter Wahrscheinlichkeit nicht nur nach einer ausreichenden chronischen Allgemeinschädigung auf, sondern es ist ebenfalls das Hinzutreten mindestens eines zweiten Faktoren zur Auslösung dieses Schadens als notwendig anzunehmen. Denn ebenso wie beim Röntgenkarzinom ist es auch beim irreparablen Blutschaden nur ein Bruchteil der an sich ausreichend Strahlengeschädigten, bei denen das Auftreten dieser genannten Schäden beobachtet werden konnte.

Während der Röntgenkater bei Bestrahlungspatienten auftritt, sind die eben beschriebenen chronischen Allgemeinerscheinungen sowie die jetzt folgenden chronischen lokalen Schädigungen wieder die typischen Schäden des Röntgenologen.

Vornehmlich ist bei der chronischen Röntgenstrahleneinwirkung zunächst immer die Haut betroffen. Chronische Hautschäden wurden schon frühzeitig beobachtet und sind vielfach und erschöpfend beschrieben worden. Dohan und Kienböck geben in ihrer Arbeit „Ueber die beruflichen Veränderungen der Haut im Röntgengewerbe" treffend kurz die Entstehungsursache an: „Die chronische Rö.-Schädigung der Haut entsteht gewöhnlich durch Summierung meist kleinerer Mengen Röntgenlichts".

Klinisch lassen sich im Verlauf der chronischen Röntgendermatitis folgende Stadien unterscheiden (Flaskamp):

1. Das Erythem
2. Die Atrophie der Haut und Teleangiektasien
3. Die Hyperkeratosen.

Der zusammenhängende Gesamtablauf der klinischen Erscheinungen ist etwa folgender:

Infolge der verzettelten Röntgenstrahlendosen kommt das Auftreten eines Erythems meistens nicht deutlich und zeitlich scharf zur Beobachtung, sondern die Haut erleidet bei chronischer Bestrahlung mit kleinen Dosen langsam und allmählich ihre typischen Veränderungen. Neben einer unmerklich auftretenden rötlichbräunlichen Verfärbung zeigt die Haut eine trockene, oberflächlich schuppende Schwellung. Die Haut verliert ihre Elastizität, die Oberfläche wird trocken, rissig und faltig, da die Talg- und Schweißdrüsen sehr bald durch die Rö.-Strahlen geschädigt werden und als erstes in ihrer Funktion nachlassen. Dazu kommt es allmählich zu irreparablen Haarausfall. In solchem entzündlich geschwollenen Zustand verursacht die Haut bei Bewegungen der Gelenke, z. B. an den Händen, Schmerzen; die Beweglichkeit in den Gelenken ist infolgedessen eingeschränkt. Typisch für die beschriebenen Veränderungen ist in diesem Zustand meistens noch ein quälender Juckreiz in der Haut.

Unterliegen Finger- oder Zehennägel chronischer Strahleneinwirkung, so zeigen sich an ihnen schon frühzeitig Veränderungen. Die Nägel werden stumpf und brüchig, weisen ausgeprägte Längsriffelung, Verdickung und andere andere Entformungen auf.

In diesem Stadium der chronischen Röntgenstrahlenwirkung ist eine Wiederherstellung des früheren Zustandes der Haut nicht mehr möglich. Bei Fortschreiten der Veränderungen stellt sich eine zunehmende Atrophie der Haut und ihrer Anhangsgebilde ein. Die Haut wird zigarettenpapierartig dünn und runzelig, trocken, matt und rissig. Schon geringe Reize jeder Art setzen auf dieser Haut eine Schädigung. Im weiteren Verlauf treten fleckige Pigmentierungen und Hyperkeratosen zum Teil mehr flächenhaft, zum Teil als warzenförmige Gebilde auf.

Nach Holzknecht handelt es sich dabei bereits um praecanceröse Bildungen, die primär nicht durch die Röntgenstrahlenwirkung hervorgerufen werden, sondern aus der strahlengeschädigten Haut als locus minoris resistentiae durch andere weitere Ursachen hervorgehen. Wird auf der Haut in diesem Zustand irgendeine geringe Verletzung gesetzt, so entstehen leicht zuerst oberflächliche,

schließlich tieferreichende Ulcerationen, die klinisch den bereits oben beschriebenen Röntgengeschwüren bei akuter Strahlenschädigung gleichen. Aus diesen torpiden Ulcerationen mit den verdickten, harten, unterminierten Rändern und dem schmierigen Geschwürsgrund entsteht zumeist das Röntgenkarzinom.

In seiner Arbeit „Ueber den Strahlenkrebs bei Radiologen" nimmt A. Béclère zur Frage über die Entstehung des Röntgenkrebses Stellung. Er lehnt für den Strahlenkrebs der Haut die einfache Virchow'sche Reiztheorie ab, wonach der Krebs als letztes, unausbleibliches Stadium entzündlicher und hyperplastischer Prozesse anzusehen ist. Das beweist der Umstand, daß die Zahl der vom Krebs befallenen Röntgenologen nur ein kleiner Teil derer ist, die mit deutlichen Hautschäden durch Strahlenwirkung behaftet sind. Dabei ließ das klinische Stadium noch beobachten, daß nicht einmal der Grad der Hautveränderungen mit dem Auftreten eines Karzinoms in unmittelbare Beziehung zu setzen ist. Somit bezeichnet Béclère den Röntgenkrebs nur als eine mögliche, nicht unbedingte Folge des chronischen Strahlenreizes; er ist eigentlich mehr eine Komplikation der Hautatrophie und wird letzten Endes durch mindestens einen weiteren, noch unbekannten Faktor hervorgerufen. Nach B. beginnt der Röntgenkrebs in der Mehrzahl der Fälle in Form einer Nekrose, eines torpiden Ulcus, das jeder Behandlung trotzt. Bei wechselndem klinischen Verlauf entsteht oft erst nach Jahren ohne besondere Ursachen die Umwandlung des Ulcus mit Auftreten von infiltrierten, harten, schmerzhaften, wuchernden Rändern zum Röntgenkrebs. Nur in seltenen Fällen soll das Karzinom aus einer Art Warze entstehen. Bei der Beschreibung des histologischen Befundes voll entwickelter Röntgenkrebse stellt B. einen wesentlichen Unterschied zum gewöhnlichen Hautkrebs heraus.

Die chronische Röntgendermatitis wurde bei Röntgenologen hauptsächlich an den Händen (Finger- und Handrücken bis zum Handgelenk), im Gesicht an den hervorspringenden Teilen wie Nasenrücken, Kinn, Stirn- und Wangenhöcker, an den Unterschenkeln und Fußrücken gesehen, sowie die Nagelveränderungen an den Finger- und

Zehennägeln gefunden. Selten waren noch Hautpartien der Brust oder des Bauches verändert.

Primäre Hautkarzinome wurden bei Röntgenologen ebenfalls in den eben angegebenen Hautbereichen beobachtet. Die Entwicklungsdauer dieser Hautkrebse ist ganz verschieden lang; sie beträgt vom Bestehen einer deutlichen chronischen Röntgendermatitis an zwischen 4 und 14 Jahren, also durchschnittlich 9 Jahre. Das Röntgenkarzinom kann einzeln und in der Mehrzahl auftreten und neigt in etwa 24—26 % der Fälle zur Metastasierung (nach Hesse). Der zeitliche Ablauf bis zur Metastasenbildung ist ziemlich ausgedehnt und schwankt zwischen 1 und 4 Jahren. Metastasierungen erfolgen in den bei Röntgenologen beobachteten Fällen in die Kubitaldrüsen, Axillardrüsen; weitere Metastasen wurden beobachtet in zahlreichen Fällen in das Mediastinum, dann in die Lunge, Pleura, in die Leber und einmal sogar in den Magen (Flaskamp). Vereinzelt wurde auch Allgemeinaussaat gefunden.

Die Prognose für den Verlauf des Röntgenkarzinoms ist nicht unbedingt infaust zu stellen. Allerdings hat sich in vielen Fällen herausgestellt, daß bei einer erfolgreichen Behandlung sehr bald und radikal vorgegangen werden muß. Nach Zusammenstellungen verschiedener Autoren (Krause, Coenen, Hesse) liegt die Mortalität zwischen 19 und 25 %.

Die schädigenden Folgen der Röntgenstrahleneinwirkung auf das Blut und seine Bildungsstätten sind weitgehend bekannt, wenn auch eine eindeutige Erklärung für die Entstehung der verschiedenartigen Folgeerscheinungen am Blute nicht ohne weiteres gegeben werden kann. Doch liegt es in der korpusculären Zusammensetzung des Blutes begründet, daß sich die durch Strahleneinwirkung zumindestens mitverursachten Aenderungen des Blutes sowie auch der Blutbildungsstätten mit ziemlicher Genauigkeit übersehen lassen.

Bereits im Jahre 1903 beschreibt Heineke in klassischer Weise an Hand von Tierversuchen die Strahleneinwirkung auf das Blut und die blutbildenden Organe, wobei allerdings Bestrahlungsverhältnisse zugrunde lagen, die bei diagnostischer oder therapeutischer Strahlenanwendung

in der Höhe niemals auftreten. Die Veränderungen des Blutes hängen wieder von der Strahlendosis als dem wesentlichsten Faktor ab. Und zwar ist die Strahlenmenge bei der Blutschädigung nicht flächenhaft, sondern als Raum- oder Volumendosis wirksam. Weiter ist für das Auftreten einer Blutschädigung von Bedeutung, ob es sich um eine isolierte oder um eine Ganzbestrahlung handelt. Bei letzterer ist der Grad der Schädigung immer erheblicher

Das Blutbild antwortet schon auf ganz geringe Strahlenmengen mit Veränderungen. Dabei ist zuerst, kurz auf die Strahleneinwirkung folgend, ein starkes Absinken der Lymphozytenzahl zu bemerken. Das lymphozitäre System erholt sich bereits nach wenigen Stunden bis Tagen. War die Strahleneinwirkung intensiver, so schließt sich jetzt daran eine Leukopenie mit relativer Lymphozytose. Schließlich kann je nach Art, Dauer und Stärke der Strahlenwirkung das gesamte haematopoetische System mit vorwiegender Beteiligung der verschiedensten Zellarten betroffen sein. Schilling schreibt („Ueber die vorsorgliche Erkennung und Verhütung von Strahlenschäden") weiter, daß über das wirkende Prinzip heute noch keine Klarheit herrscht. Außer der direkten Strahlenwirkung auf das strömende Blut und die Blutbildungsstätten muß noch eine Fernwirkung statthaben, da nach Helber-Linser, Opitz-Behne, v. Reus, Schwarz, Poos auch bei abgegrenzter Bestrahlung eines bestimmten Feldes eine oben beschriebene Wirkung auf das gesamte blutbildende System eintritt; Voraussetzung ist eine entsprechende Volumendosis.

Durch chronisch schädigende Strahleneinwirkung entstehen eigenartige Krankheitsbilder, die große Aehnlichkeit mit den aplastischen Blutsystemerkrankungen aufweisen können (Schilling). Es kann also zur weitgehenden Schädigung der myeloischen Elemente, oder zu einer Aleukie mit gleich schwerer Schädigung des lymphatischen und monozytären Systems, oder zur Schädigung aller Knochenmarkelemente, der Panmyelophthise, kommen. Bei Beteiligung der Blutplättchen gesellt sich eine haemorrhagische Komponente dazu. Die Vielseitigkeit des klinischen Bildes der Blutschädigungen bringt naturgemäß eine große

Schwierigkeit in der richtigen Beurteilung des Zusammenhanges der Schäden mit dem Strahleneffekt oder anderen Ursachen mit sich und erfordert bei der Auswertung weitreichende allgemein-haematologische Kenntnisse.

Bleibende pathologische Blutveränderungen infolge einmaliger Strahlenschädigung sind bei beruflicher Röntgentätigkeit nicht bekannt. Dafür ist die Strahlenresistenz der roten Blutkörperchen und die Reparabilität der leukozytären Blutanteile zu groß.

Das eigentliche Gebiet der beruflichen Röntgenschädigung des Blutes sind die Folgeerscheinungen der chronischen Einwirkung an sich kleiner Strahlenmengen. Die hierüber bisher erfolgten Veröffentlichungen weisen für die leukozytären Veränderungen eine übereinstimmende Einheitlichkeit auf (Brinnitzer). Dabei ist dem Bild der oft gesehenen relativen Lymphozytose bei röntgenologisch Berufstätigen die Bedeutung eines brauchbaren Symptoms für eine bereits eingetretene Schädigung nicht beizumessen, da die relative Lymphozytose allein nach Schilling mit einer vielfach unbekannten Häufigkeit infolge der mannigfältigsten Ursachen auftritt. Auch Lorenz fand bei Untersuchungen in einem Röntgenbetrieb bei 64 % der erfaßten Personen, die der Röntgenstrahleneinwirkung ausgesetzt waren, eine relative Lymphozytose, gegenüber einer Häufigkeit von 58 % bei Personen der gleichen Betriebe, die mit Röntgenstrahlen niemals in Berührung kamen.

Erst eine gewisse „Umkehrung" der Zahlenverhältnisse zwischen Lymphozyten und Polynukleären durch eine relative Lymphozytose bei eintretender Leukopenie wird als erste schädigende Strahlenfolge angesehen (Brinnitzer). Die Basophilen sind dabei vermindert, das zahlenmäßige Verhalten der Eosinophilen wechselt; verschiedentlich zeigt sich Monozytenvermehrung. Das rote Blutbild läßt hierbei noch keine eindeutigen Veränderungen erkennen. Bei diesem Zustand der Blutveränderung äußern sich infolge derselben chronischen Strahleneinwirkung Erscheinungen von herabgesetztem Allgemeinbefinden. Dabei bleibt die Frage offen, in welchem Maße diese Allgemeinerscheinungen primäre Strah-

lenfolgen oder nur als Ausdruck des veränderten Blutbefundes zu werten sind.

Schwerste Blutschädigungen, die meistens tödlich endeten, sind im Verhältnis zu den häufigen erheblichen Hautveränderungen als Strahlenschäden selten. Brinnitzer erwähnt siebenundzwanzig berichtete Anaemiefälle als berufliche Strahlenfolge mit tödlichem Ausgang. 12 davon waren durch Rö.-Strahlen, 15 durch radioaktive Substanzen verursacht; „insgesamt handelt es sich also um 27 Beobachtungen, bei denen die große Einheitlichkeit der Befunde äußerst eindrucksvoll erscheint". Neben der Bluterkrankung bestanden in diesen Fällen noch andere sichere Zeichen der Strahlenschädigung wie Hautveränderungen und Hodenatrophie. Bei den aplastischen Anaemien als Strahlenfolge erscheint es als wahrscheinlich, daß eine primäre Blutkrankheit durch Strahleneffekt vorliegt.

Schwieriger ist die Beurteilung einer Leukaemie als Strahlenfolge (Schilling). In einem früheren Zeitabschnitt wurden relativ zahlreiche Erkrankungsfälle an Leukaemie bei Radiologen mitgeteilt. Eine kritische Durchsicht durch Evans und Roberts 1928 ließ erkennen, daß von den 12 bisher in der Literatur mitgeteilten Fällen höchstens 4 einer Kritik einigermaßen standhielten. Ein von Aubertin beschriebener Fall einer Leukaemie bei einem Röntgenassistenten wird von Brinnitzer als mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit als Radiumleukaemie angesprochen.

An sich ist über die Reizwirkung der Rö.-Strahlen gegenüber ihrer schädigenden Wirkung noch zu wenig bekannt, um damit derartig weitgehende Hyperplasien wie eine Leukaemie aetiologisch erklären zu wollen. Andererseits sind leichte Hyperleukozytosen und -erythrozytosen bei Röntgenologen oft beobachtet und auf die chronischen Reize kleinerer Strahlenmengen zurückgeführt worden. Dabei ist allerdings auch an die Möglichkeit zu denken, daß so geringe Hyperplasien auch durch leichte Flüssigkeitsverschiebungen zwischen Blutkörperchen und Plasma hervorgerufen sein können; also keine echte Leistungssteigerung der Haematogenese zu bedeuten brauchen.

Zusammenfassend ist darüber zu sagen, daß die Leukaemie an sich sehr selten ist und erst recht als Strahlenfolge

selten in Erscheinung tritt. Dagegen ist die Neigung der Blutveränderungen infolge schädigender Rö.-Strahleneinwirkung zur Aplasie wesentlicher und überzeugender.

Die Blutschädigungen durch chronischen Einfluß der Rö.-Strahlen konnten sich zum Teil durch direkte Strahleneinwirkung in oberflächlichen als auch tieferen Körpergegenden bilden, ohne daß es unbedingt gleichzeitig zu Hautschädigungen kommen mußte. Ebenfalls einwandfreie Schädigung tiefer gelegener Organe bereits durch Strahlenmengen, welche die Haut unverändert lassen, stellen die unter Einfluß von Rö.-Strahlen nachweislich aufgetretenen Schädigungen an den Generationsorganen, an den Keimen und an den Früchten dar. Inwieweit auch hierbei durch Strahleneinwirkung erzeugte abnorme Zellstoffwechselprodukte eine Rolle spielen, ist nicht mit Genauigkeit zu beantworten. Jedenfalls ist eine Schädigung an den genannten Erfolgsorganen nach chronischer Strahleneinwirkung bei Röntgenologen bekannt. Bei der Natur dieser Organe tritt eine offensichtliche Schädigung nur bedingt hervor. Die geringe Strahlentoleranz der Generationsorgane läßt eingreifende Funktionsbeeinflussung, ja auch degenerative Erscheinungen schon bei einer mäßig hohen Strahlenmenge auch als akute Schäden auftreten.

Die Keimdrüsenschädigung bei Röntgenologen ist schon frühzeitig durch Albers-Schönberg bekannt geworden. Die männliche Keimdrüse ist außerordentlich strahlenempfindlich, und zwar sind die Samenbildungszellen empfindlicher als der Stützapparat (Sertolische Zwischenzellen, Zwischengewebe, Bindegewebe u. a.). An den Samenbildungszellen selbst besteht noch der Unterschied, daß die Zelle um so leichter strahlengeschädigt wird, je weniger sie histologisch und funktionell differenziert ist (Bergonié, Tribondeau), d. h. je näher der Endstufe der Spermatogenese, desto weniger strahlenempfindlich. Die reifen Spermatozoen sollen durch die gewöhnlichen Strahlendosen praktisch nicht geschädigt werden.

Im Stadium der Kernteilung besteht an den Samenbildungszellen eine besonders erhöhte Strahlenempfindlichkeit (Regaud u. Blanc, Nürnberger; s. Flaskamp).

Nach Schinz tritt bei 34 % der HED eine temporäre Sterilisation mit Oligonekrospermie, bei 60 % der HED eine irreparable Aspermatogenese ein. Dabei ist das Samenepithel degeneriert und atrophisch, das Zwischengewebe scheinbar vermehrt. Das ganze Organ ist kleiner geworden. Eine Zerstörung des Zwischengewebes tritt erst bei wesentlich höheren Strahlenmengen ein. Infolgedessen bleiben mit der endokrinen Funktionstüchtigkeit des erhaltenen Zwischengewebes die Geschlechtmerkmale außer der Zeugungsfähigkeit erhalten. Dementsprechend sind bei Röntgenologen auch nur zeitliche bis dauernde Zeugungsunfähigkeit mit manchmal äußerlich feststellbarer Hodenatrophie als chronische Strahlenschädigung beobachtet worden. Man konnte einwandfrei feststellen, daß nach langjähriger Azoospermie infolge sicherer Röntgenschädigung nach Fernhaltung von den Rö.-Strahlen noch zeugungsfähiges Sperma gebildet wurde und gesunde Kinder gezeugt wurden. (Hohlfelder, Schmitt). Ausfallserscheinungen von sekundären Geschlechtsmerkmalen sind bei strahlengeschädigten Röntgenologen nicht beschrieben.

Am Eierstock hat Schinz die Schädigungen dosimetrisch festgelegt. Danach tritt bei 30 % der HED Fälle zeitliche, bei 32 % eine dauernde Sterilität ein und bei 34 % der HED kommen noch dazu Ausfallserscheinungen infolge Zerstörung der interstitiellen Drüse. Die häufigen Aeußerungen dieser Art sind Menstruationsstörungen bis zur Amenorrhoe. Somit ist die Möglichkeit der Beeinträchtigung der weiblichen Fruchtbarkeit unter dem Einfluß der Röntgentätigkeit unbedingt zuzugeben und sicher in gegebenen Fällen bei weiblichen röntgenologisch Berufttätigen auch aufgetreten. Eine in dieser Beziehung verwertbare statistische Arbeit über die Fruchtbarkeit einer größeren Anzahl ehemaliger Röntgenassistentinnen liegt vor und läßt diesen Schluß zu.

Die Frage der Keimschädigung ist nicht entschieden. Es gibt genug Stimmen (Stehr, Buchholz), die eine Schädigung der Erbmasse bejahen, andere streiten dies energisch ab. Flsskamp äußert dazu, daß beim Manne im Bezug auf die Nachkommenschaftsschädigung durch

Strahleneinwirkung auf den Hoden bisher das Gegenteil bewiesen ist: Hodenschädigung — Sterilität — Regeneration — gesunde Nachkommen (Philipp, Nürnberger, Sega). Für eine nachkommenschaftsschädliche Auswirkung an der reversibel geschädigten weiblichen Keimdrüse ist nach Flaskamp weder ein statistischer Beweis noch ein eindeutiges, erfolgreiches biologisches Experiment vorhanden. Das darüber zusammengetragene Material (Naujoks, Seynsche; s. Flaskamp) läßt einen berechtigten Schluß in keiner Richtung zu.

Beobachtungen über Abortneigung oder Fruchtschäden bei Röntgenärztinnen waren nicht zu finden. Nach dem von Flaskamp zusammengestellten und ausgewerteten Material ist beides bei therapeutischer Strahlenanwendung aufgetreten. Theoretisch ist diese Schädigungsmöglichkeit auch bei beruflicher Röntgentätigkeit in früherer Zeit bei mangelhaftem Schutz denkbar.

Diese Fragen der Frucht- und Keimschädigung bedürfen der Unterbauung durch Erkenntnisse und Ergebnisse aus dem Gebiet der menschlichen Vererbungslehre. Auf die bisher versuchte Methode allein ist diese Frage nicht zu lösen.

Damit sind die Fälle von Rö.-Schädigungen bei Röntgenologen im wesentlichen erschöpft. Einzelbeobachtungen wie z. B. eine Linsenschädigung sind als Einzelfälle für eine berufliche Schädigung uncharakteristisch und fallen wohl auch mehr unter das Kapitel „Kombinationsschäden", wobei die Rö.-Strahlen wahrscheinlich eine der schwächeren Komponenten für die Auslösung der Schädigung darstellen. Es ist auch möglich, daß diese Einzelbeobachtungen mit der Röntgentätigkeit überhaupt nichts zu tun haben.

In der Literatur sind noch mehrere tödliche Unfälle von Röntgenologen bei ihrer Tätigkeit infolge Berührung der Hochspannungsleitung genauer beschrieben. Diese Unfälle sind nicht unmittelbar zu den beruflichen Rö.-Schädigungen zu rechnen, da nicht die Rö.-Strahlen, sondern der hochgespannte Strom die Schädigung verursachte.

Ueberblickt man den gesamten Komplex an bisher verzeichneten beruflichen Röntgenstrahlenschäden bei Aerzten, so steht das Kapitel der Hautveränderungen im Vor-

dergrund. Das ist nicht verwunderlich weil die Haut den ersten Aufprall der Strahlen erleidet und gleichsam für den übrigen Körper eine gewisse Schutzfunktion übernimmt, wobei dann die tiefergelegenen Gewebe stets eine durch Absorption in der Haut verringerte Strahlenmenge erhalten. Die Pigmentationsphase bei der Hautbestrahlung spricht für diese Schutzfunktion. Daß die Veränderungen der Gewebe nach entsprechender Strahleneinwirkung durch deren biologische Wirksamkeit hervorgerufen werden, ist unzweifelhaft. Ebenso sind die Faktoren im wesentlichen bekannt, die den Strahleneffekt bestimmen. Da die Strahlen von einer punktförmigen Stelle, der Kathode, nach allen Richtungen in den Raum gehen, ist die Strahlendichte, gleich Intensität, je nach dem Abstand von der Kathode verschieden. Annähernd gilt das Gesetz, daß die Strahlendichte mit dem Quadart der Entfernung abnimmt.

Außer der direkten Strahlung ist der Röntgenologe noch der Sekundärstrahlung ausgesetzt. Es ist dies die an vielen Stellen im Raum oder im Patienten abgelenkte oder reflektierte Primärstrahlung. Diese Sekundärstrahlung ist durchaus nicht zu vernachlässigen, sondern sogar in erster Linie für die Allgemeinschädigungen und Veränderungen des Blutes verantwortlich zu machen. Buchholz bezeichnet es so, daß der Röntgenarzt sich trotz aller Schutzmaßnahmen in einem förmlichen Bad von sekundären Rö.-Strahlen befindet.

Bei den beschriebenen Hautschäden hat sich richtig gezeigt, daß die der Strahlenquelle am nächsten ausgesetzten Hautstellen infolge der größeren Strahlendichte am ehesten und stärksten geschädigt wurden. Dabei konnte die Feststellung gemacht werden, daß schon gewöhnliche Bekleidung einen gewissen Schutz vor Hautveränderungen bildete. So zeigten sich, dem Vorhergesagten und der Technik bei der Handhabung der Strahlenanwendung entsprechend, die Hautveränderungen bei den Röntgenologen vorwiegend an den Streckseiten der Finger und den Handrücken bis zu den Handgelenken, von wo ab durch die Bekleidung ein deutlicher Schutz gewährt und eine Schädigung meistens vermieden wurde. Eine weitere ungeschützte Haut-

stelle ist das Gesicht, das bei der Rö.-Tätigkeit ebenfalls oft und dicht an die Strahlenquelle herangebracht wird. Hautveränderungen im Gesicht sind früher ebenfalls häufig beobachtete Strahlenschäden gewesen. Mehrfach erwähnt und eingehend beschrieben sind Beobachtungen, bei denen fast gleiche Hautveränderungen wie an Händen und Gesicht auch an den Vorderseiten der Unterschenkel und oberen Teilen des Fußrückens gesehen wurden.

Die erheblichen Hautschäden fallen besonders in die erste Zeit der Röntgenaera, als noch ohne jeglichen Schutz gearbeitet wurde.

Der ungewollten Einwirkung der primären Strahlen wußte man bald durch Abschirmung zu begegnen. Dazu wurde die Schutzkleidung nach und nach immer zureichender angewandt (Handschuhe, Schürzen, Kopfschutzhauben, Brillen, Schutzkanzel).

Auf das Schuldkonto der früher wenig beobachteten Sekundärstrahlung kommen unbedingt alle Schädigungen des Blutes und Herabminderungen des Allgemeinbefindens der Röntgenärzte. Nachdem die Ueberzeugung von der erheblichen schädigenden Wirkung der Streustrahlung sich durchgesetzt hatte, wurde schrittweise dagegen vorgegangen. Die Abschirmung der Sekundärstrahlung erfordert am Gerät und bestrahlten Patienten große Sorgfalt und Verwendung von selbstschützenden Röntgenröhren. Sehr wichtig für die Herabsetzung der schädigenden Strahlenwirkung ist eine ausreichende Filterung. In dem Maße wie die Schutzmaßnahmen an Untersucher und Gerät eingeführt und auch zweckentsprechend angewandt wurden, wurden auch die Schäden geringer.

Bei den Blutschäden, den Veränderungen an den Generationsorganen und den Allgemeinbeschwerden wird die schädigende Wirkung selbst sehr kleiner Strahlenmengen bei chronischer Einwirkung deutlich. Die Streustrahlung von Röntgengerät mit unzulänglicher Schutzeinrichtung hat oft unbemerkt zu diesen Schäden geführt. Dabei zeigten sich am Blutbild die schädigenden Einflüsse am ehesten, was heute bei der Verhütung von stärkeren Schäden als Signal benutzt wird. F. Freund betrachtet das Absinken der absoluten Leukozytenzahl unter 5000 als einwandfreie

Schädigung. Zur richtigen Bewertung der Blutbefunde gehören allerdings gute klinische Kenntnisse. Auch bei der Beurteilung von lokalen Hautschäden ist jederzeit zu ergründen, ob nicht eine Kombinationsschädigung vorliegt, bei der neben den Rö.-Strahlen noch andere exogene oder endogene Faktoren mitsprechen, wie z. B. bei Chirurgen die Handwaschungen oder die chemische Hautreizung beim Arbeiten in der Dunkelkammer; oder latente Hauterkrankungen.

Die schwersten direkten und indirekten Röntgenschäden bei Aerzten fallen in die Zeit, wo man mehr von einer Forschertätigkeit als von einer beruflichen Ausübung der Beschäftigung mit Rö.-Strahlen sprechen kann. Dennoch ist auch jetzt noch die Schädigungsmöglichkeit bei der Rö.-Strahlenanwendung auch für die berufstätigen Röntgenologen nicht zu mißachten. Und jeder einzelne Fall von schwerer Röntgenschädigung aus früherer Zeit mit oft sekundär bedingten tödlichem Ausgang ist tief zu bedauern und soll immer wieder zur strengen Durchführung aller daraufhin entwickelten Schutzmaßnahmen ein ernst zu nehmender Anlaß sein.

Die von der Deutschen Röntgengesellschaft aufgestellten, 1933 vervollständigten Vorschriften über Hochspannung- und Strahlenschutz in medizinischen Röntgenanlagen (Rö.-DIN 1 und 2) haben eine ausschlaggebende Bedeutung für die Verhütung von Strahlenschäden. Die geforderten Schutzmaßnahmen erstrecken sich auf das Gerät, die räumlichen Verhältnisse, den Schutz des Untersuchers, des Hilfspersonals und der Patienten. Die empfohlenen selbstschützenden Röntgenröhren sind für die Vermeidung von vagabundierenden Primärstrahlen absolut sicher; jedoch ist ihr Wert hinsichtlich der Sekundärstrahlung nur ein relativer. An der Röhre soll ein ständiges Filter von mindestens 0,5 mm Al. eingebaut sein. Bei höheren Spannungen wird dringend ein Zusatzfilter von mindestens 1 mm Al empfohlen. Der Leuchtschirm muß gegen die Strahlendurchdringung einen Bleigleichwert von mindestens 1 mm besitzen. Nach unten ist der Leuchtschirm durch einen herabhängenden Bleigummistreifen von 30 cm Länge zu verlängern. Der weitere Schutz des Untersuchers besteht in der Verwen-

dung von Bleigummihandschuhen, Bleigummischürzen, Brille.

Am Bestrahlten ist die Streustrahlung durch ausreichendes Abdecken des Körpers mit Bleigummi- oder Platten abzufangen.

Das Baumaterial und die Stärke der Wände und Türen von Röntgenräumen müssen durch einen Mindestbleigleichwert von 0,5 mm benachbarte Räume von durchdringenden schädigenden Strahlenmengen unbedingt freigehalten werden. Ebenso bestimmt sind die Forderungen bei Schutzschirmen, Fenstern, Raumabtrennungen für Schalträume.

Für die Entstehung von beruflichen Röntgenschädigungen sind neben der Apparatur die allgemeinen Arbeitsbedingungen ebenso wichtig. Zur Vermeidung von Schäden wird eine Begrenzung der täglichen Arbeitszeit im Röntgenbetrieb auf 7 Stunden empfohlen. In der Woche sollen neben einem ganzen freien Tag ein bis zwei dienstfreie halbe Tage gewährt werden. Als Mindesturlaub wird für Röntgenberufstätige im Jahr mindestens vier Wochen möglichst zusammenhängend als notwendig erachtet.

Weitere Maßnahmen zur Verhütung von Strahlenschäden sind regelmäßige Kontrollen der Röntgenanlagen, ob der Strahlenschutz noch unverändert ausreichend ist. Zur Nachprüfung der Strahlensicherheit in Röntgenanlagen ist die Methode nach Franke am besten geeignet. Die Filmprüfung nach Franke verlangt ein zehnstündiges Tragen von Filmstreifen durch das Personal. An dem Schwärzungsgrad der Filmstreifen wird erkannt, ob die Toleranzdosis durch die Streustrahlung innerhalb von 10 Stunden überschritten wurde. Mit dem Strahlenschutzionometer von Leistner kann man dann den Arbeitsraum durchmessen und solche Stellen im Raum finden, wo eine besonders erhöhte Strahlung auftritt. Auf diese Weise wird die Strahlungsquelle ermittelt, und so kann der Strahlenschutz wieder hergestellt werden.

Als Toleranzdosis ist von Mutscheller für den Verlauf eines Monats (200 Arbeitsstunden) die Strahlenmenge von 1/100 Erythemdosis angegeben worden. Daraus ist ein Stundenwert von 0,03 r und ein Sekundenwert von 0,00001 r als unschädlich errechnet worden. In den DIN-

Vorschriften ist als Toleranzdosis der Stundenwert von 0,025 r festgelegt worden. Die Wertbestimmung der Toleranzdosis auf Sekunden ist ja für die meisten Röntgenbetriebe nicht brauchbar. Es ist dabei nämlich völlig unberücksichtigt geblieben, wie lange in den einzelnen Betrieben bei laufendem Röntgengerät gearbeitet wird. Die Wertbestimmung der Toleranzdosis auf eine Stunde läßt dagegen die Grenze der Schädigungsmöglichkeit in Röntgeninstituten praktisch erkennen.

So sind bei richtiger zweckentsprechender Anwendung die Hochspannungs- und Strahlenschutzvorschriften zweifellos geeignet, alle möglichen Strahlenschäden für die Zukunft zu unterbinden. Wenn gegen die Vorschriften weder bewußt noch infolge mangelnder Sachkenntnis verstoßen wird, kann berechtigt angenommen werden, daß das Kapitel der beruflichen Röntgenschädigungen bei Aerzten bald der Vergangenheit angehören wird. Es steht zu hoffen, daß viele bekannten Röntgenologen mit Alban Köhler recht behalten werden, wenn letzterer spricht: . . . . weil wohl bald die Zeit kommen wird, wo chronische Röntgenschädigungen ausgeschlossen sind".

Zusammenfassung: Bei der Ausübung der ärztlichen Röntgentätigkeit ist es früher im wesentlichen zu lokalen Hautschädigungen in mehr minder ausgedehntem Maße gekommen. Ferner wurden erhebliche Schäden noch an den Geweben angetroffen, deren Strahlentoleranz unter der der Haut liegt. Dies sind hauptsächlich die Regenerationsorgane und bestimmte Bestandteile des Blutes sowie der Blutbildungsstätten. In jüngerer Zeit waren es fast nur noch latente Allgemeinschädigungen besonders des Blutes, die bei Aerzten noch aufgetreten sind. Die bei Röntgenärzten infolge Strahlenschädigung aufgetretenen Todesfälle durch Karzinome oder aplastische Bluterkrankungen sind als Sekundärfolgen der sicheren Strahlenschäden anzusehen.

Eine verständige Beachtung und Erfüllung der erlassenen Vorschriften über Hochspannungs- und Strahlenschutz in medizinischen Röntgenanlagen verhindert bei Aerzten im Regelfalle alle bekannten Strahlenschäden.

Literatur-Verzeichnis.

Béclère, Antoine: Ueber den Strahlenkrebs bei Radiologen. Strahlentherapie 60, 9—15 (1937).

Bosch, Hans: Zur Frage der Blutschädigung beim Röntgenpersonal. (Univ.-Frauenklinik, Erlangen.) Radiol. Rdsch. 4, 154—159, 1935.

Brandt, A.: Ueber die Toleranzdosis von Röntgenstrahlen — Meßergebniß mit einem neuen Strahlenschutzionometer. Zentralbl. f. Gewerbehygiene und Unfall.

Brandt, Artur (Dresden): Der Arbeitsschutz bei Verwendung von Röntgenstrahlen. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen. Bd. 55, 1937.

Brandt, A. u. H. Lange: Ueber Arbeitnehmerschutz bei Verwendung von Röntgenstrahlen. Zentralbl. f. Gewerbehygiene u. Unfallverhütung. Bd. 9, 1932, H. 4.

Brinnitzer, Heinz N.: Blutkrankheit als Strahlenfolge. (Inst. f. Allg. Path. Univ. Rom.) Strahlenther. 52, 699—716 (1935).

Buchholz, W.: Strahlenschädigung und Blutbild beim diagnostischen Röntgenpersonal. Vertrauensarzt und Krk.-Kasse, 5, 53—57 (1937).

Flaskamp, Wilhelm: Ueber Röntgenschäden und Schäden durch radioaktive Substanzen. Urban & Schwarzenberg 1930.

Freund, F.: Zur Klinik und Therapie beruflicher Röntgenschädigungen. Fortschr. Röntgenstr. 56, 247 (1937).

Grashey, R.: Allgemeine Neben- und Nachwirkungen der Röntgenstrahlen, Berufsschädigungen. Strahlenther. 41, 39—46 (1931).

Gutzeit: Die Erkrankungen durch Röntgenstrahlen und andere strahlende Energie. Klin. Wochschr. Nr. 10, S. 455/460 (1930).

Harmsen, Hans: Gesundheitssicherung und Gesundheitsfürsorge für die weiblichen Krankenpflegekräfte. Verlag Barth Leipzig (1939) S. 114—119.

Holzknecht, Guido: Die ernsteren Röntgenschädigungen der Röntgenologen und ihre Therapie. Fortschr. Röntgenstr. 44, 78—81 (1931).

Köhler, Alban: Die subjektiven Allgemein-Beschwerden der Röntgenologen, die mindestens 25 Jahre den Röntgenstrahlen ausgesetzt waren. Fortschr. auf dem Gebiet d. Röntgenstr. Bd. 53 (1936) H. 3.

Köhler, Alban u. Walter Brock: Chronische Berufsröntgenschädigung der Zehen, Fußrücken und Vorderseite der Unterschenkel. Strahlentherapie 57, Bd. (1936).

Reckzeh: Röntgenschädigungen des Krankenhauspersonals. (Städt. Allg. Ortskrankenkasse, Berlin.) Med. Klin. 1935 II 1434—1436.

Leddy, Eugene T.: The causes of roentgen-ray dermatitis among physicians. (Die Gründe der Röntgendermatitis bei Aerzten). Sect. on Therapeut. Radiol., Mayo Clin., Rochester. Amer. J. Roentgenol. 36, 510—511 (1936).

Lorenz, Johannes: Sind Blutschädigungen durch Röntgenstrahlen bekannt? Z. ärztl. Fortbildg. 32, 202—203 (1935).

Meyer, Hans: Ehrenbuch der Röntgenologen und Radiologen aller Nationen. Strahlentherapie. Bd. XXII (1937).

Sgalitzer, M. und Ungar, E.: Versuch einer Prüfung der körperlichen Eignung zur Beschäftigung mit Röntgenstrahlen. Fortschr. Röntgenstr. 56, 249 (1937).

Spiegler, G.: Röntgenschädigungen bei diagnostischen Leistungen. Wien. klin. Wschr. 1937 I, 523—534.

Stehr, Ludwig: Strahlenschädigungen in der Röntgendiagnostik und ihre Vermeidung. Röntgenprax. 9, 695—704 (1937).

Schilling, Victor: Ueber die vorsorgliche Erkennung und Verhütung von Strahlenschäden. Die med. Welt. Nr. 24 (1932).

Lebenslauf.

Am 16. 5. 1911 wurde ich als Sohn des städt. Beamten Albert Jahre und seiner Ehefrau Emmi geb. Müller in Berlin geboren. Von 1918 bis 1921 besuchte ich eine Knabenmittelschule und anschließend bis 1930 das Reformrealgymnasium an der Parkaue, jetzt Göbbelsschule in Berlin-Lichtenberg. Im Sommersemester 1930 begann ich das medizinische Studium an der Universität Berlin. Nach ununterbrochenem Studium in Berlin meldete ich mich im Sommer 1934 zur freiwilligen Dienstverpflichtung bei der Reichswehr auf ein Jahr. Da ich am soldatischen Leben Gefallen hatte, ließ ich mich im Herbst 1935 aktiv in das San.-Korps übernehmen. Das Wintersemester 1935/36 und Sommersemester 1936 verbrachte ich wieder an der Universität Berlin, wo ich im September 1936 das Staatsexamen beendete. Anschließend erhielt ich am Standortlazarett Frankfurt (Oder)) bis zum Oktober 1937 die Ausbildung als Unterarzt (Medizinalpraktikant). Danach wurde ich Truppenarzt bei einem Inf.-Batl. in Landsberg (Warthe). Mit diesem Batl. erlebte ich den Sudeteneinmarsch, den Polenfeldzug und befinde mich immer noch bei dieser Truppe zur Zeit an der Westfront.

Kurt Jahre
Oberarzt.